

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 712 145 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.05.1996 Patentblatt 1996/20

(51) Int. Cl.⁶: **H01H 61/01**, F03G 7/06

(21) Anmeldenummer: 95115615.7

(22) Anmeldetag: 04.10.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: 14.11.1994 CH 3395/94

(71) Anmelder: **Landis & Gyr Technology Innovation AG**
CH-6301 Zug (CH)

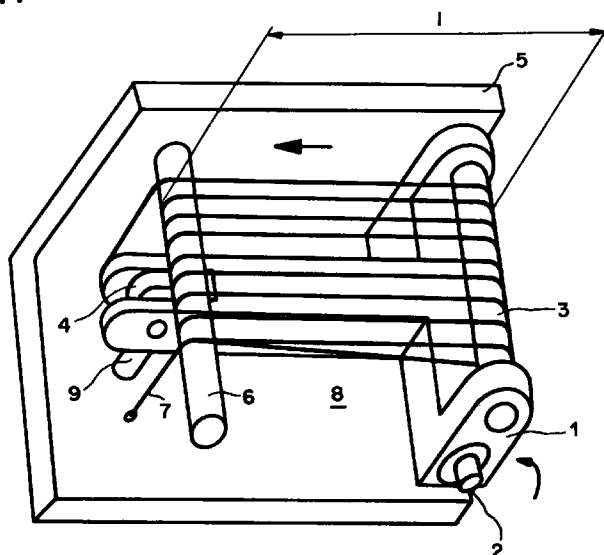
(72) Erfinder: **Partel, Robert**
CH-6300 Zug (CH)

(54) Antriebseinrichtung mit einem Antriebselement aus einer Formgedächtnislegierung

(57) Eine Antriebseinrichtung für reversible Bewegungen an einem Stellglied (9) weist ein Antriebselement aus einer Formgedächtnislegierung mit dem Einwegeffekt auf. Das Antriebselement wirkt auf einen um eine Achse (2) drehbaren Hebel (1) entgegen der Kraft eines Rückstellelementes, wobei der Hebel (1) als Koppelungsglied zur Übertragung einer Formänderung des Antriebselementes in eine Bewegung am Stellglied (9) nutzbar ist. Das Antriebselement ist eine Wicklung (8) mit mehreren Windungen eines Drahtes (7), wobei die Windungen mechanisch parallel so zwischen einer Ver-

ankerung (6) und dem Hebel (1) angeordnet und befestigt sind, dass der Hebel (1) durch eine Formänderung einer Windung um die Achse (2) drehbar ist und die durch das Antriebselement auf den Hebel (1) wirkende Zugkraft aus den Einzelkräften der mechanisch parallel auf den Hebel (1) wirkenden Windungen der Wicklung (8) resultiert. Der Durchmesser des Drahtes (7) ist mit Vorteil etwa gleich gross wie der gemittelte Durchmesser des kristallinen Kornes der Formgedächtnislegierung im austenitischen Zustand.

Fig.1



EP 0 712 145 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Antriebseinrichtung mit einem Antriebselement aus einer Formgedächtnislegierung gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Solche Antriebseinrichtungen eignen sich beispielsweise zur Betätigung eines Ventilstössels an einem Ventil zur Steuerung oder Regelung des Durchflusses eines flüssigen oder gasförmigen Strömungsmediums in der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik.

Es ist bekannt (P. Tautzenberger et al, Anwendung von Memory-Legierungen in elektrischen Schaltgeräten, Zeitschrift Metall, Januar 1985), Formgedächtnislegierungen - die im Englischen mit "shape memory alloys" bezeichnet werden - in elektrischen Schaltgeräten einzusetzen und dabei den Einwegeffekt oder den Zweiwegeffekt einer Formgedächtnislegierung zum Schalten eines elektrischen Stromes zu nutzen.

Es ist weiter eine Antriebseinrichtung der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art bekannt (DE-OS 37 31 146), bei der ein zweiteiliges Element aus einer Formgedächtnislegierung so ausgestaltet ist, dass die beiden Teilelemente je im Einwegeffekt bezüglich ihrer Arbeitsrichtung gegensinnig einsetzbar sind.

Eine Nutzung des Formgedächtniseffektes einer Formgedächtnislegierung ist dann kritisch, wenn der Effekt eine reproduzierbare Bewegung entgegen einer relativ grossen Kraft erzeugen soll. So ist die Bewegung beispielsweise beim Stellen eines Ventils entgegen einer Kraft von etwa 100 N auszuführen. Der in diesem Fall erreichbare Weg der Bewegung ist im allgemeinen für eine hohe Zykluszahl nicht mehr reproduzierbar.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine geräuschlose Antriebseinrichtung für reversible Bewegungen zur Betätigung eines Stellgliedes so auszugestalten, dass die Antriebseinrichtung die für die Betätigung des Stellgliedes erforderliche Kraft aufbringt und die Bewegungen trotzdem für eine hohe Zykluszahl reproduzierbar sind.

Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 den Aufbau einer Antriebseinrichtung mit einem Antriebselement aus einer Formgedächtnislegierung,
- Fig. 2 das Funktionsprinzip der Antriebseinrichtung,
- Fig. 3 den prinzipiellen Verlauf einer Formänderung des Antriebselementes,

Fig. 4

die Kornstruktur der Formgedächtnislegierung im austenitischen Zustand,

5 Fig. 5

den qualitativen Verlauf des elektrischen Widerstandes des Antriebselementes,

Fig. 6

ein Blockschaltbild zur elektrischen Ansteuerung des Antriebselementes,

10

Fig. 7

ein Funktionsprinzip zur mechanischen Einstellung des Arbeitspunktes und

15

Fig. 8

ein elektrisches Anschlussmittel für das Antriebselement.

20

In der Fig. 1 bedeutet 1 einen um eine Achse 2 drehbar gelagerten Hebel, der an einem Ende einen ersten mit Vorteil parallel zur Achse 2 angeordneten Bolzen 3 und am anderen Ende ein Auflager 4 aufweist. Die Achse 2 ist an einem Gehäuse 5 fixiert, an dem in einem festen Abstand zur Achse 2 ein zweiter Bolzen 6 mit Vorteil ebenfalls parallel zur Achse 2 angeordnet und befestigt ist.

25

Um die beiden parallelen Bolzen 3 und 6 ist ein Draht 7 derart in mehreren Windungen gewickelt, dass die Windungen zwischen den beiden Bolzen 3 und 6 aufgespannt sind und so eine flache, einen grösseren Durchmesser l aufweisende Wicklung 8 bilden, durch welche die beiden Bolzen 3 und 4 mechanisch miteinander gekoppelt sind.

30

Der Hebel 1 ist über das Auflager 4 mit einem Stellglied gekoppelt. Das Stellglied ist hier ein Ventil mit einem Ventilstössel 9 zur Steuerung oder Regelung des Durchflusses eines flüssigen oder gasförmigen Strömungsmediums. Die dargestellte Antriebseinrichtung ist aber auch für andere Stellglieder, beispielsweise für Lüftungsklappen, einsetzbar.

35

Der Draht 7 und damit auch die Wicklung 8 bestehen aus einer Formgedächtnislegierung, wodurch die Wicklung 8 als ein geräuschloses Antriebselement zum Bewegen des Hebels 8 bzw. zum Antreiben des mit dem Hebel 1 über das Auflager 4 gekoppelten Stellgliedes einsetzbar ist.

40

Die Formgedächtnislegierung und der Draht 7 sind vorteilhafterweise so ausgewählt und vorbereitet, dass der Draht 7 sich verkürzt, wenn er über eine erste Verformungsstarttemperatur A_s erhitzt wird. Bei Temperaturen oberhalb der ersten Verformungsendtemperatur A_f ist die Formgedächtnislegierung im austenitischen Zustand.

50

In der Fig. 2 ist die vorteilhafte Antriebseinrichtung nach der Fig. 1 zur Verdeutlichung ihres Funktionsprinzips noch weiter abstrahiert dargestellt. Wird der Draht 7 und damit auch der grössere Durchmesser l der flachen Wicklung 8 durch eine Erwärmung des Drahtes 7

55

verkürzt, dreht sich der Hebel 1 entgegen dem Uhrzeigersinn um die Achse 2, da die Achse 2 und auch die Wicklung 8 am Gehäuse 5 befestigt sind. Durch die Erwärmung des Drahtes 7 ist der Hebel 1 gegen eine Rückstellkraft F von einem ersten Anschlag 10 weg gegen einen zweiten Anschlag 11 drehbar, wobei über das Auflager 4 der Ventilstößel 9 bzw. ein Stellglied betätigbar ist. Die Rückstellkraft F wird durch ein Rückstellelement erzeugt, wobei das Rückstellelement vorzugsweise eine Feder ist.

Mit einem Abkühlen des Drahtes 7 unter eine zweite Verformungsstarttemperatur M_s wird im Draht 7 Martensit ausgebildet, wodurch im abgekühlten Zustand insbesondere die Fließgrenze des Drahtes 7 wesentlich reduziert wird. Bei Temperaturen unterhalb der zweiten Verformungsstarttemperatur M_s ist der Draht 7 und damit die Wicklung durch die Rückstellkraft F des Rückstellelementes streckbar, so dass der grössere Durchmesser l der Wicklung vergrößert wird. Durch das Abkühlen des Drahtes 7 ist der Hebel 1 durch die Rückstellkraft F vom zweiten Anschlag 11 weg gegen den ersten Anschlag 10 drehbar, wobei über das Auflager 4 der Ventilstößel 9 bzw. das Stellglied betätigbar ist.

Die beiden Anschläge 10 und 11 bestimmen eine erste Endlage bzw. eine zweite Endlage des Stellgliedes. Mit Vorteil sind die beiden Anschläge 10 und 11 am Gehäuse 5 und am Hebel 1 ausgebildet. Das Stellglied wird also durch die Erwärmung des Drahtes 7 in eine erste Endlage und durch Abkühlen des Drahtes 7 in eine zweite Endlage überführt.

Mit Vorteil ist das Rückstellelement im Stellglied integriert. Das Rückstellelement ist in einer vorteilhaften Variante der Antriebseinrichtung durch den mit einer Feder gegen den Hebel 1 gedrückten Stößel 9 verwirklicht.

Dadurch, dass die Wicklung 8 aus mehreren Windungen des Drahtes 7 aufgebaut ist, setzt sich die bei einer Erwärmung über die erste Verformungsstarttemperatur A_s auftretende Zugkraft zwischen den beiden Bolzen 3 und 6 aus mehreren mechanisch parallel wirkenden Teilkräften zusammen, wobei eine Teilkraft aus zwei parallel zum grösseren Durchmesser l der flachen Wicklung 8 auftretenden Einzelkräften einer Windung besteht. Die Zugkraft ist damit proportional zur Windungszahl der Wicklung 8.

Die beim Erwärmen respektive Abkühlen auftretende Formänderung Δl der als Antriebselement einsetzbaren Wicklung 8 ist in der Fig. 3 dargestellt. Beim Erwärmen des Drahtes 7 oberhalb der ersten Verformungsstarttemperatur A_s bis zu einer ersten Verformungsendtemperatur A_f tritt eine durch den sogenannten Gedächtniseffekt hervorgerufene erste Formänderung in der Richtung eines ersten Pfeiles 12 auf, während beim Abkühlen des Drahtes 7 unter die zweite Verformungsstarttemperatur M_s bis einer zweiten Verformungsendtemperatur M_f eine durch das Rückstellelement hervorgerufene zweite Formänderung in der Richtung eines zweiten Pfeiles 13 eintritt. Die beim Erwärmen auftretende erste Formänderung des

Antriebselementes ist im wesentlichen eine Verkürzung während die beim Abkühlen auftretende zweite Verformung eine Streckung ist.

Dadurch, dass die als Antriebselement eingesetzte Wicklung 8 in vorteilhafter Art mehrere mechanisch parallel wirkende Windungen aufweist, ist auch mit einem relativ dünnen Draht 7 eine zum Betätigen des Stellgliedes benötigte Zugkraft erreichbar, indem die Windungszahl der Wicklung der erforderlichen Zugkraft angepasst wird. Die Zugkraft der Wicklung 8, die Rückstellkraft des Rückstellelementes und das Übersetzungsverhältnis des Hebels 1 sind in bekannter Art mit wenig Aufwand aufeinander abstimmbare. Durch die Gestaltung des drehbaren Hebels 1 ist ein am Stellglied erforderlicher mechanischer Hub in weiten Grenzen erreichbar.

Bei Temperaturen oberhalb der ersten Verformungsstarttemperatur A_s , also im aufgeheizten Zustand des Drahtes 7, weist die Formgedächtnislegierung eine austenitische Mikrostruktur auf, wobei der gemittelte Durchmesser d_K eines kristallinen Kornes einen charakteristischen Wert aufweist. Bei einer Nickel-Titan-Legierung beträgt der gemittelte Durchmesser d_K des Kornes etwa 0,25 mm (S. Eucken: Progress in Shape Memory Alloys, DGM 1992, Seite 178). Ist der Durchmesser d_D des Drahtes 7 - wie in der Fig. 4 dargestellt - etwa gleich dem gemittelten Durchmesser d_K des Kornes der beim Antriebselement eingesetzten Formgedächtnislegierung, so ist die reversible Bewegung des Antriebselementes auch für hohe Zykluszahlen - beispielsweise für 10^5 Bewegungszyklen - genügend genau reproduzierbar. Bei einer Nickel-Titan-Legierung ist der Durchmesser d_D des Drahtes 7 mit Vorteil im Bereich von 0,1 mm bis 0,4 mm. Weiter wird die Reproduzierbarkeit der reversiblen Bewegung verbessert, indem die zwischen der ersten Verformungsstarttemperatur A_s und der ersten Verformungsendtemperatur A_f auftretende Verkürzung relativ klein ist. Bei einer Nickel-Titan-Legierung wird mit Vorteil nur eine Verkürzung von etwa 3 % antrainiert.

Der elektrische Widerstand R der Formgedächtnislegierung weist in Abhängigkeit der Temperatur T einen hystereseförmigen Verlauf auf, welcher in der Fig. 5 qualitativ dargestellt ist. Bei einer entsprechenden Erwärmung oberhalb der ersten Verformungsstarttemperatur A_s erfährt der elektrische Widerstand eine ausgeprägte erste Änderung 14, während sich bei einer entsprechenden Abkühlung unter der zweiten Verformungsstarttemperatur M_s eine ausgeprägte zweite Änderung 15 einstellt.

Die als Antriebselement eingesetzte Wicklung 8 wird mit Vorteil elektrisch direkt geheizt, indem die Wicklung 8 schaltbar an eine Strom- oder Spannungsquelle angeschlossen wird. Grundsätzlich ist die Wicklung 8 in zwei verschiedenen Varianten elektrisch speisbar. In einer ersten Variante ist der Draht 7 so an eine elektrische Energiequelle angeschlossen, dass ein eingeschalteter Strom i jede Windung der Wicklung 8 durchfließt, wobei also die einzelnen Windungen in Reihe geschaltet wirken. In einer zweiten Variante sind

die einzelnen Windungen der Wicklung 8 parallel geschaltet, wobei auch eine Windung jeweils als Parallelschaltung von zwei Windungsabschnitten wirkt, welche je die Länge des grösseren Wicklungsdurchmessers I aufweisen.

In der ersten Variante sind die einzelnen Windungen der Wicklung 8 elektrisch voneinander isoliert gewickelt. Mit Vorteil wird die elektrische Isolation dadurch realisiert, dass die beiden als Wicklungsträger eingesetzten Bolzen 3 und 6 gegenüber der Wicklung 8 isoliert sind und zwischen den einzelnen Windungen ein isolierender Abstand eingehalten wird. Die beiden Bolzen 3 und 6 weisen beispielsweise eine Isolation aus Keramik oder einem hitzebeständigen Kunststoff auf.

Die zweite Variante hat gegenüber der ersten Variante den Vorteil, dass die elektrische Isolation zwischen dem Bolzen 3 bzw. 6 und der Wicklung entfällt. In der zweiten Variante wird zum Heizen mit Vorteil eine Stromquelle eingesetzt, die an den beiden Bolzen 3 und 6 angeschlossen ist.

Die Verformungsstarttemperatur A_s und M_s wie auch die Verformungsendtemperaturen A_f und M_f sind durch entsprechende Wahl der Formgedächtnislegierung in weiten Grenzen an eine Anwendung anpassbar.

Weist die Formgedächtnislegierung ein zweite Verformungsendtemperatur M_f auf, welche wesentlich über der Umgebungstemperatur der Antriebseinrichtung liegt, ist das Abkühlen des Antriebselementes durch Abschalten des Stromes im Draht 7 erreichbar. Beträgt bei einer Nickel-Titan-Legierung die zweite Verformungsstarttemperatur M_s beispielsweise etwa 55°C und die zweite Verformungsendtemperatur M_f etwa 35 C, dauert das Abkühlen bzw. Strecken des Antriebselementes nach dem Abschalten des Stromes im Draht 7 bei Raumtemperatur etwa 40 s.

In der Fig. 6 ist mit 16 eine vorteilhafte Steuereinrichtung der als Antriebselement für ein Ventil 17 einsetzbaren Wicklung 8 bezeichnet. Die an der Wicklung 8 angeschlossene Steuereinrichtung 16 weist eine über einen Steuereingang 18 steuerbare elektrische Energiequelle 19 und eine Messschaltung 20 auf. Die Energiequelle 19 ist vorteilhaft eine Konstantspannungs- oder eine Konstantstromquelle deren Ausgangswert über den Steuereingang 18 mindestens ein- und ausschaltbar ist. In weiteren Ausführungsvarianten ist der Ausgangswert der Energiequelle 19 über den Steuereingang 18 kontinuierlich oder in Stufen einstellbar.

Durch die Messschaltung 20 sind die beiden Änderungen 14 und 15 (Fig. 5) des elektrischen Widerstandes R der Wicklung 8 erfassbar. Dadurch, dass im Betrieb der Steuereinrichtung 16 der elektrische Widerstand 8 gemessen wird, ist in der Messschaltung 20 ein Signal für den Formzustand des Antriebselementes beziehungsweise ein Signal für den Öffnungszustand des Ventils 17 verfügbar. Das Signal ist an einem Ausgang 21 der Messschaltung 20 als Rückführsignal der erfindungsgemässen Antriebseinrichtung verfügbar. Ferner ist ein Momentanwert des Signales bei Bedarf in der Steuereinrichtung 16 speicherbar.

Durch die vorteilhafte Steuereinrichtung 16 ist ein Rückführsignal der Antriebseinrichtung verfügbar, ohne dass zur Gewinnung des Signals am Ventil 17 oder am Antriebselement bzw. der Wicklung 8 zusätzlicher Aufwand in Form einer Installation oder Montage zu leisten ist.

In der prinzipiellen Darstellung der zwischen den beiden Bolzen 3 und 6 aufgespannten Wicklung 8 und des um die Achse 2 drehbaren und auf den Ventilstößel 9 wirkenden Hebels 1 in der Fig. 7, ist mit 30 eine Schraube und mit 31 ein am zweiten Bolzen 6 befestigter Bügel bezeichnet, welcher ein zur Schraube 30 passendes Gewinde 32 aufweist. Die Schraube 30 und der Bügel 31 sind durch ein mit Vorteil am Gehäuse 5 ausgebildetes Führungsmittel 33 derart gelagert und geführt, dass der zweite Bolzen 6 durch Drehen der Schraube 30 in einem gewissen Bereich geradlinig bewegbar ist, wodurch die Wicklung 8 streckbar ist.

Die Schraube 30, der Bügel 31 und das Führungsmittel 33 bilden ein vorteilhaftes Einstellmittel zum Einstellen des Arbeitspunktes des Antriebselementes bzw. der Wicklung 8 auf den Ventilstößel 9, wobei der Arbeitspunkt durch Drehen der Schraube 30 einstellbar ist. Grundsätzlich wird der Arbeitspunkt des Antriebselementes mit dem Einstellmittel durch Strecken bzw. Entspannen des Wicklung 8 eingestellt. Es versteht sich von selbst, dass die Darstellung des Einstellmittels in der Fig. 7 nur eine Variante von einer Vielzahl möglicher Varianten des Einstellmittels ist; eine weitere Variante des Einstellmittels könnte direkt auf den Hebel 1 wirken, womit das zum Einstellen des Arbeitspunktes notwendige Strecken bzw. Entspannen der Wicklung 8 über den Hebel 1 erfolgen würde.

In der Fig. 8 ist mit 36 ein mechanisches Ausgleichselement bezeichnet, über welches der Draht 7 von der Wicklung 8 zu einer Anschlussklemme 37 geführt ist, an welcher die Steuereinrichtung 16 oder eine andere elektrische Spannungs- oder Stromquelle anschliessbar ist. Das Ausgleichselement 36 ist so gestaltet und angeordnet, dass eine im Draht 7 zwischen dem zweiten Bolzen 6 und der Anschlussklemme 37 beim direkten Heizen des Drahtes 7 auftretende mechanische Zugspannung σ begrenzt wird. Das Ausgleichselement 36 weist beispielhaft eine federnde Zunge 36a auf, welche bei grösser werdender Zugspannung σ in der Richtung eines Pfeiles 38 so weit auslenkbar ist, dass die Zugspannung σ beim direkten Heizen immer auf einen zulässigen Wert begrenzt wird, so dass der Draht 7 mechanisch nicht überbeansprucht wird.

Vorteilhafterweise ist das mechanische Ausgleichselement 36 aus einem Polymer, welches elastisch, elektrisch isolierend und temperaturbeständig ist und zudem Wärme schlecht ableitet.

Das Ausgleichselement 36 und die Anschlussklemme 37 bilden ein vorteilhaftes elektrisches Anschlussmittel für die Wicklung 8 bei dem eine bei direktem Heizen zwischen der Anschlussklemme 37 und der Verankerung 6 der Wicklung 8 auftretende Zugspannung σ durch eine elastische Formänderung des Aus-

gleichselementes 36 auf einen zulässigen Wert begrenzt wird.

Zur Herstellung der Wicklung 8 wird mit Vorteil ein wenigstens einen Steg 39 aufweisender Wickelkörper 40 verwendet, der zum Einbauen der Wicklung 8 in das Gehäuse 5 über die beiden Bolzen 3 und 6 schiebbar ist, wobei nach dem Einbauen der Wicklung 8 in das Gehäuse 5 und vor der Inbetriebnahme der Antriebseinrichtung der Steg 39 wieder entfernt wird, so dass die beiden Bolzen 3 und 6 durch die Wicklung 8 gegeneinander bewegbar sind. Mit Vorteil weist der Steg 39 Sollbruchstellen 41 auf, durch welche der Steg 39 durch Herausbrechen entfernbar ist,

Patentansprüche

1. Antriebseinrichtung mit einem Antriebselement aus einer den Einwegeffekt aufweisenden Formgedächtnislegierung für reversible Bewegungen an einem Stellglied (9),

dadurch gekennzeichnet,

dass das Antriebselement auf einen um ein Achse (2) drehbaren Hebel (1) entgegen der Kraft eines Rückstellelementes wirkt, wobei der Hebel (1) als Koppelungsglied zur Übertragung einer Formänderung des Antriebselementes in eine Bewegung am Stellglied (9) nutzbar ist,

dass das Antriebselement eine Wicklung (8) mit mehreren Windungen eines Drahtes (7) ist, wobei die Windungen mechanisch parallel so zwischen einer Verankerung (6) und dem Hebel (1) angeordnet und befestigt sind, dass der Hebel (1) durch eine Formänderung einer Windung um die Achse (2) drehbar ist und die durch das Antriebselement auf den Hebel (1) wirkende Zugkraft aus den Einzelkräften der mechanisch parallel auf den Hebel (1) wirkenden Windungen der Wicklung (8) resultiert.

2. Antriebseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

dass das Antriebselement (8) und das Rückstellelement so ausgebildet sind, dass der Draht (7) sich bei einem Aufheizen über eine vorbestimmte Temperatur (A_S) wesentlich verkürzt, so dass die Bewegung des Antriebselementes (8) das Stellglied (9) in eine erste Endlage setzt und der Draht (7) sich bei einem Abkühlen unter eine weitere vorbestimmte Temperatur (A_S) durch die Kraft des Rückstellelementes wesentlich streckt, so dass die Bewegung des Antriebselementes (8) das Stellglied (9) in eine zweite Endlage bringt.

3. Antriebseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Durchmesser (d_D) des Drahtes (7) aus der Formgedächtnislegierung gleich gross wie der gemittelte Durchmesser (d_K) des kristallinen Kornes

der Formgedächtnislegierung im austenitischen Zustand ist.

4. Antriebseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Durchmesser des Drahtes aus der Formgedächtnislegierung kleiner als 0.4 mm ist.

5. Antriebseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Formgedächtnislegierung eine Nickel-Titan Legierung ist.

6. Antriebseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine an den Draht schaltbare elektrische Energiequelle (19), durch welche der Draht (7) direkt elektrisch heizbar ist.

7. Antriebseinrichtung nach Anspruch 6, **gekennzeichnet durch**

eine elektronische Messschaltung (20), durch welche eine Änderung des elektrischen Widerstandes (R) des Drahtes (7) erfassbar ist, wobei durch die Messschaltung (20) an einem Ausgang (21) ein elektrisches Signal mit dem aktuellen Formzustand des Antriebselementes (8) bzw. dem aktuellen Zustand des Stellgliedes (9) erzeugbar ist.

8. Antriebseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**

ein Einstellmittel (30, 31, 33) durch welches die zwischen den beiden Bolzen (3, 6) aufgespannte Wicklung (8) zur Einstellung des mechanischen Arbeitspunktes weiter spannbar bzw. entspannbar ist.

9. Antriebseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass ein elektrisches Anschlussmittel für die Wicklung (8) eine Anschlussklemme (37) und ein mechanisch elastisches Ausgleichselement (36) aufweist, wobei die beiden Enden des Drahtes (7) an der Anschlussklemme befestigbar sind und wobei das Ausgleichselement (36) so ausgeführt und angeordnet ist, dass eine in dem an der Anschlussklemme (37) befestigten Draht (7) bei direktem Heizen zwischen der Anschlussklemme (37) und der Verankerung (6) der Wicklung (8) auftretende Zugspannung (σ) durch eine elastische Formänderung des Ausgleichselementes (36) auf einen zulässigen Wert begrenzt wird.

Fig.1

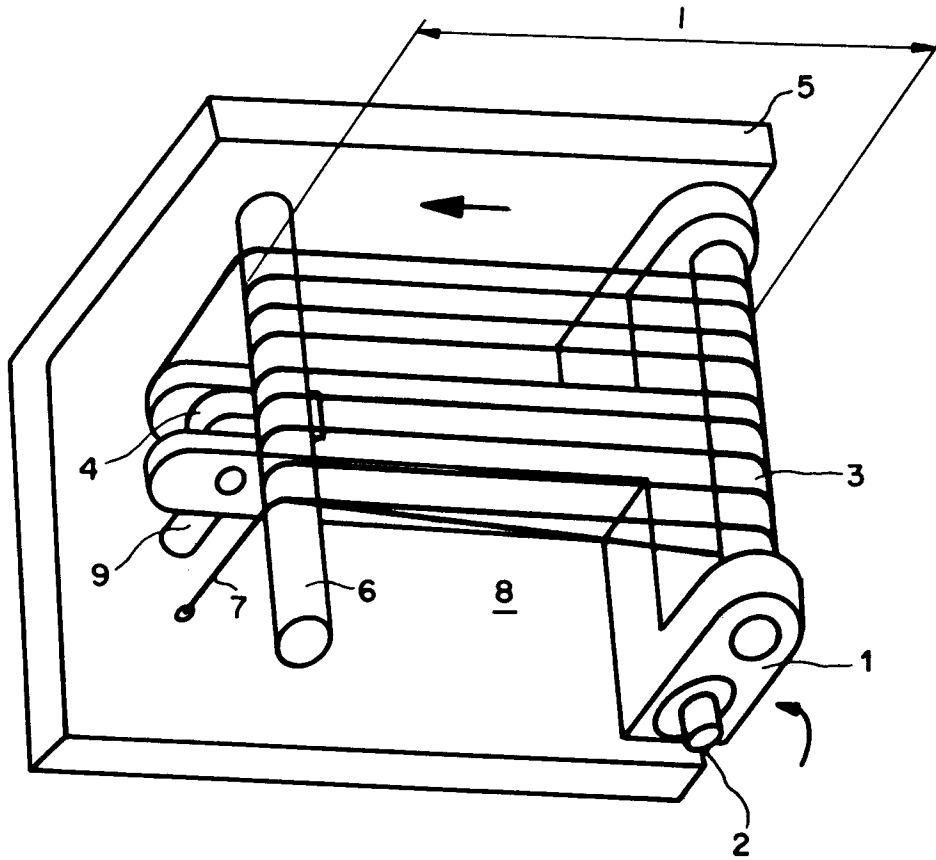


Fig.2

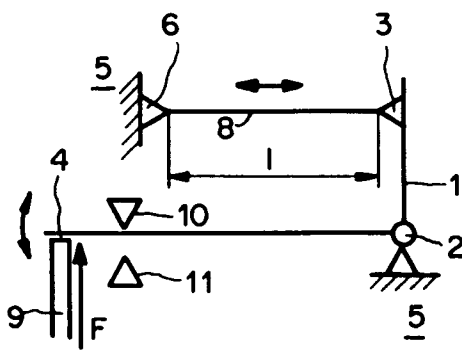


Fig.3

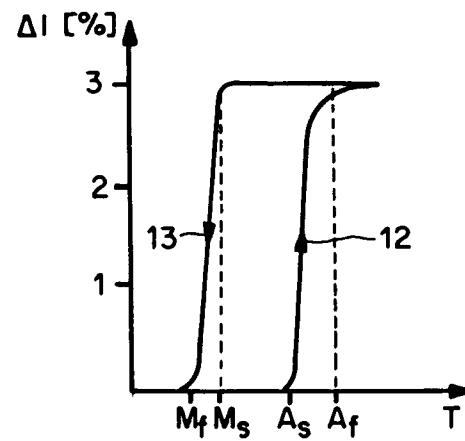


Fig. 4

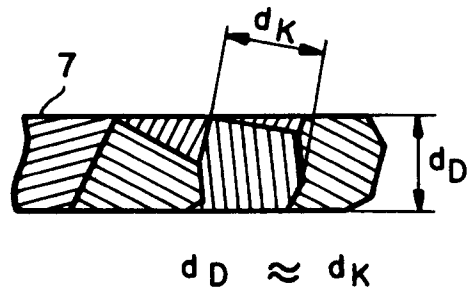


Fig. 5

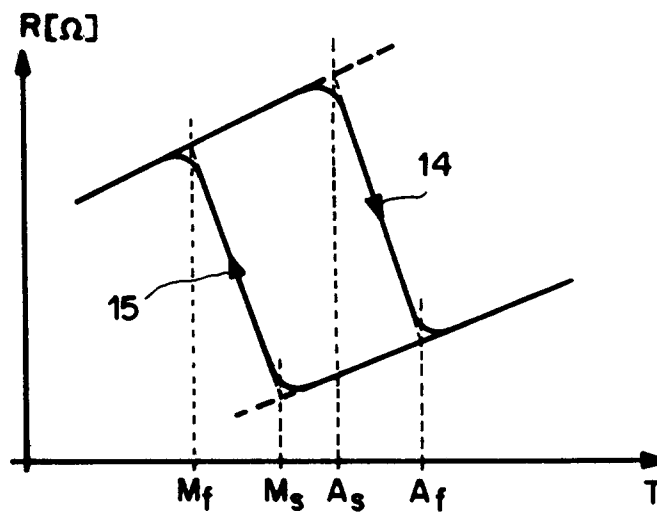


Fig. 6

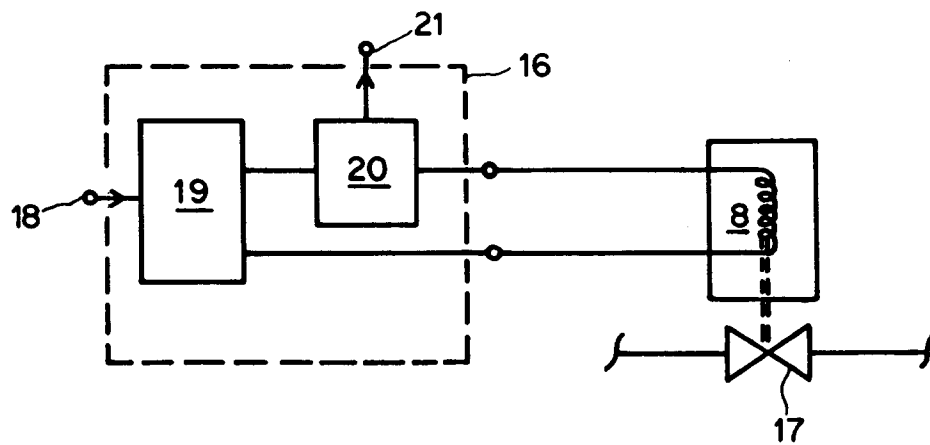


Fig. 7

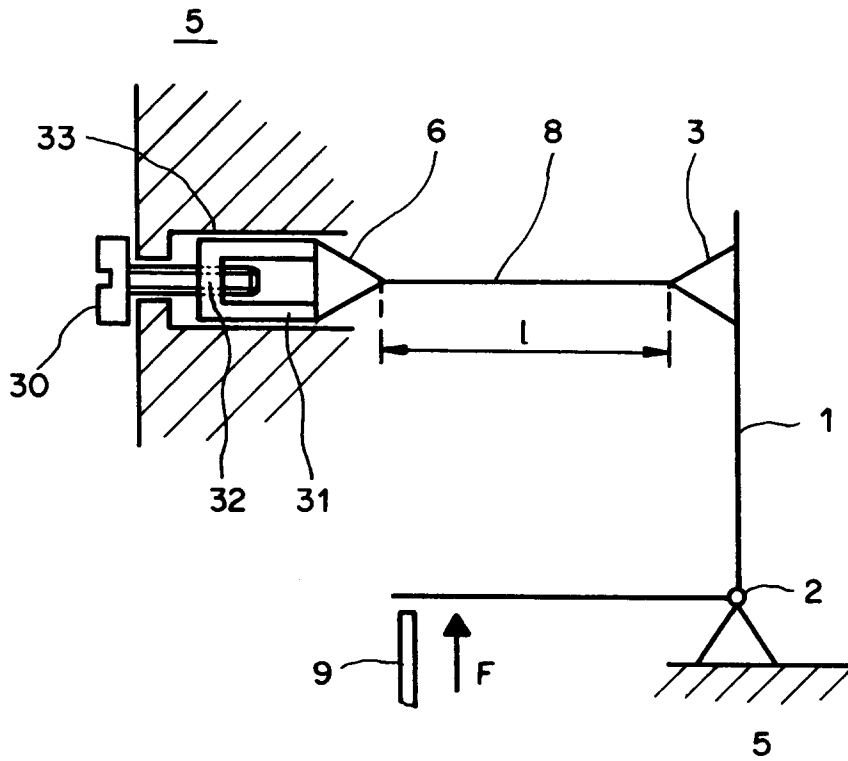
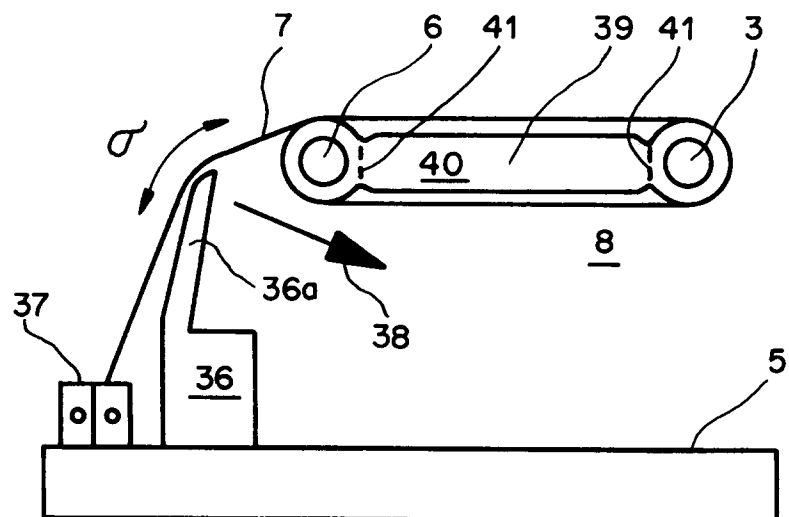


Fig. 8





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 11 5615

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	DE-A-42 09 815 (BRAUN AG) 30.September 1993 * Spalte 2, Zeile 17 - Spalte 3, Zeile 34; Abbildung 1 *	1	H01H61/01 F03G7/06
Y	US-A-3 858 141 (LACKEY R) 31.Dezember 1974 * Spalte 2, Zeile 22 - Spalte 3, Zeile 17; Abbildung 2 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010 no. 014 (M-447) ,21.Januar 1986 & JP-A-60 175777 (SHIGEO HIROSE) 9.September 1985, * Zusammenfassung *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			H01H F03G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchemort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 19.Januar 1996	Prüfer Janssens De Vroom, P
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 01.82 (P/MC03)